

з $i i_4$ кінематичних
ідношення i_1 можна

(2)

із залежності:

(3)

(4)

тиме:

(5)

сівного апарату (1) с
щогової, пасової і

геристик механізмів
ного висіву насіння.
в якості імітатора за
мовах.

чних і економічних
тучних заготовок в

6-17.06.2006р м. Київ)
ого висіву технічних
їни.

ностроение., 1973-356 с.
ание и расчет /В.С.Басин.

трішнього заповнення для
т. Вінниця, 2005.-С.4.
ртацький І.І., Драган А.П.

та інші. Бюл. № 11, 2005.

Одержано 04.10.2006 р.

УДК 621.87

І. Гевко, канд. техн. наук; О. Колесник; В. Дзюра

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ДО ПИТАННЯ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВОЇ ЛЕБІДКИ

В статті виведено аналітичні залежності для визначення моменту закручування шнекової опори гвинтової піднімально-транспортної лебідки в ґрунт і максимально допустимого зусилля тяги в залежності від ряду факторів. Виведено аналітичні залежності для визначення максимально допустимого зусилля тяги лебідки закрученої в ґрунт з умови міцності зварного шва спіралі шнека на зріз.

I. Gevco; O. Kolesnik; V. Dzyura

TO QUESTION OF GROUND PARAMETERS OF SPIRAL SWAN

In the article the shown analytical dependences out for determination of moment of screwing up of screw support of spiral lifts-transporting swan in soil and maximally possible effort of traction depending on the row of factors. Shown analytical dependences out for determination of maximally possible effort of traction of winch of screwing in soil from the condition of durability of the welded stich of spiral of screw on a cut.

Умовні позначення

$M_{зм}$ - момент зминання ґрунту;

$M_{тр}$ - момент тертя на витках шнека;

F - результуюче зусилля зминання ґрунту, що направлене по дотичній до західної частини шнека;

d_{cp} - середній діаметр шнека.

P - сила зминання ґрунту;

α - кут нахилу західної частини шнека;

S - площа західної частини шнека;

$[\sigma_{зм}]$ - граничне напруження зминання ґрунту;

l - довжина західної частини шнека;

h - товщина західної частини шнека;

Q - осьове зусилля на шнекову опору, що залежить від ваги лебідки;

γ - кут підйому шнека;

$\varphi_{пр}$ - приведений кут тертя при вершині профілю шнека;

t - крок шнека;

f - коефіцієнт тертя між шнеком і ґрунтом;

β - половина кута при вершині профілю витка шнека;

P_1 - допустиме зусилля тяги лебідки;

P_2 - допустиме зусилля зминання ґрунту;

H - глибина загвинчування шнекової опори;

L - висота розміщення тягового троса над рівнем ґрунту.

S_1 - площа вала;

S_2 - площа шнека;

d - діаметр вала;

ρ_0 - радіус нейтрального шару деформації;

T - крок витка.

x - відстань від точки повертання лебідки до розглядуваного витка;

K - довжина катета шва;

$l_{ш}$ - довжина периметра кутового шва;

$[\tau]_{ш}$ - допустиме напруження для зварного шва на зріз;

n - кількість точкових з'єднань на одному витку;

e - довжина точкового з'єднання.

Піднімально-транспортні машини — основа комплексної механізації і автоматизації виробництва. Механізми підйому, серед яких виділяють клас ручних і механічних лебідок, використовують для вертикального переміщення вантажів, проте

нижче приведену лебідку можна використовувати і для горизонтального переміщення вантажів завдяки її оригінальній конструкції. Піднімально-транспортні лебідки знайшли широке використання як в сільському господарстві для натягування канатів при вирощуванні хмелю і винограду, так і в енергетиці і зв'язку для натягування ліній електро- і радіопередач, телефонізації, а також інших галузях народного господарства.

Питанням розроблення методик розрахунку параметрів підійомно-транспортних лебідок присвячені роботи авторів [1,2,3,4]. Однак цілий ряд питань не отримали свого вирішення.

Робота виконується згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки Міністерства освіти і науки України з розділу "Машинобудування" "Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні" на 2002-2006 роки.

Так як гвинтова лебідка, яка своєю шнековою опорою вгвинчується в ґрунт, служить для натягу канатів, то необхідно розрахувати максимально допустиме зусилля тяги лебідки з метою запобігання виривання її з ґрунту.

На початку статті зробимо деякі допущення, якими ми керувались:

- ґрунт в усіх напрямках має однакову щільність, тобто $[\sigma]_{зм} = \text{const}$;
- лебідка, при дії на неї сили P_1 , повертається навколо точки О;
- припускаємо, що ґрунт діє на нижню частину лебідки, як розподілене навантаження, яке збільшується за лінійною залежністю з віддаленням від точки прокрутання лебідки.

Визначимо момент загвинчування шнекової опори в ґрунт

$$M_z = M_{зм} + M_{тр}, \quad (1)$$

$$M_{зм} = F \cdot d_{ср}. \quad (2)$$

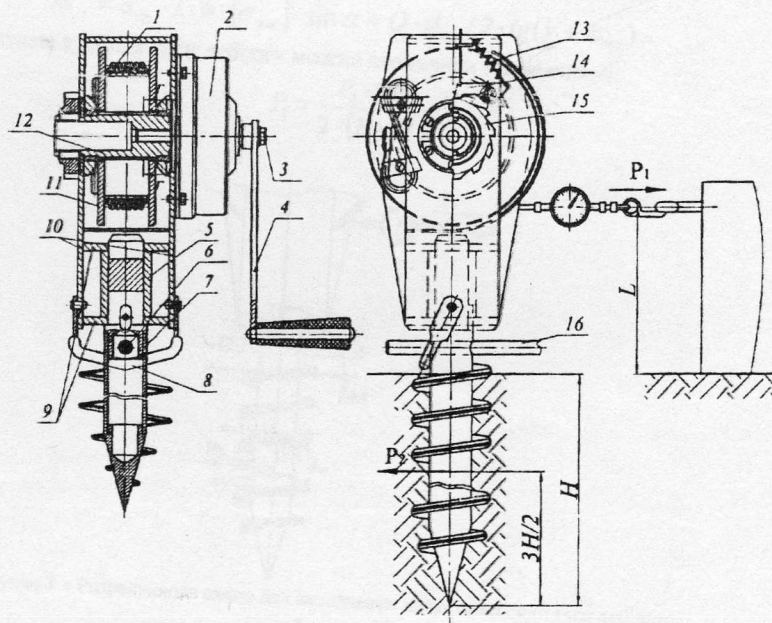


Рисунок 1 - Конструкція гвинтової піднімально-транспортної лебідки:

1-канат; 2-корпус редуктора; 3-стяжний болт; 4-ручка; 5-втулка; 6-палець; 7-гвинтова опора; 8-вантажна скоба; 9-горизонтальні перегородки; 10-видовжені пластини; 11-привідний барабан; 12-храпова втулка; 13-пружина; 14-храпова собачка; 15-храпове колесо; 16-стержень.

Величина результуючого зусилля зминання ґрунту визначається з залежності

$$F = P \cdot \sin \alpha = S \cdot [\sigma_{зм}] \cdot \sin \alpha = l \cdot h \cdot [\sigma_{зм}] \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Граничне напруження зминання ґрунту, яке залежить від механічних властивостей ґрунту, приймаємо рівним у всіх напрямках.

ереміщення
ні лебідки
ння канатів
вання ліній
подарства.
анспортних
мали свого

ань науки і
будування”
юки.

ся в ґрунт,
іме зусилля

розподілене
пленням від

(1)
(2)



итова опора;
ий барабан;

жності
(3)
еханічних

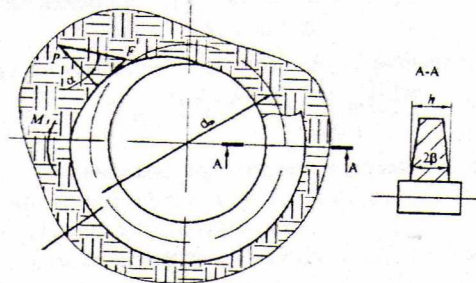


Рисунок 2 - Розрахункова схема для визначення моменту загвинчування гвинтової опори в ґрунт.

Підставляючи значення рівняння (3) у рівняння (2), одержимо:

$$M_{зм} = d_{cp} \cdot l \cdot h \cdot [\sigma_{зм}] \cdot \sin \alpha. \quad (4)$$

Момент тертя визначається з залежності:

$$M_{пр} = Q \cdot d_{cp} / 2 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi_{пр}), \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{t}{2 \cdot \pi \cdot d_{cp}}, \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{пр} = \frac{f}{\cos \beta}. \quad (7)$$

Отже, необхідний момент загвинчування шнекової опори в ґрунт визначають за формулою:

$$M_z = d_{cp} \cdot l \cdot h \cdot [\sigma_{зм}] \cdot \sin \alpha + Q \cdot d_{cp} / 2 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi_{пр}). \quad (8)$$

Допустиме зусилля тяги лебідки можна визначити з залежності:

$$P_1 = \frac{P_2 \cdot 3H}{2 \cdot (L + H)}, \quad (9)$$

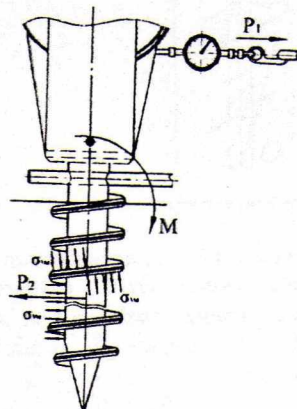


Рисунок 3 - Розрахункова схема для визначення допустимої сили тяги лебідки.

$$P_2 = \left(\frac{1}{2} S_1 + S_2 \right) \cdot [\sigma_{зм}], \quad (10)$$

$$S_1 = \pi \cdot d \cdot H \quad (11)$$

Довжина вихідної заготовки для одного витка визначається довжиною гвинтової стрічки за формулою [1]:

$$l = \sqrt{(2\pi r_0)^2 + T^2}. \quad (12)$$

Площа шнека, який взаємодіє з ґрунтом, дорівнюватиме:

$$S_2 = n \cdot l \cdot B. \quad (13)$$

Тоді максимально допустиме зусилля тяги лебідки визначається за формулою:

$$P_1 = \frac{(S_1/2 + S_2) \cdot [\sigma_{зм}] \cdot 3H}{2 \cdot (L + H)}. \quad (14)$$

Розрахуємо максимально допустиме навантаження, виходячи з умови міцності зварного шва, який з'єднує спіраль шнека з циліндричною опорою, припустивши, що ґрунт є достатньо щільним і зминається слабо.

Розглянемо розрахункову схему лебідки з прикладеними силами (рис.4).

Запишемо вже відому рівність:

$$P_1 \cdot (L + H) = P_2 \cdot \frac{2H}{3}. \quad (15)$$

Числове значення рівнодійної сили P_2 дорівнює: [3]:

$$P_2 = \frac{q \cdot H}{2}. \quad (16)$$

Після відповідних перетворень отримаємо:

$$q = \frac{3P_1 \cdot (L + H)}{H^2}. \quad (17)$$

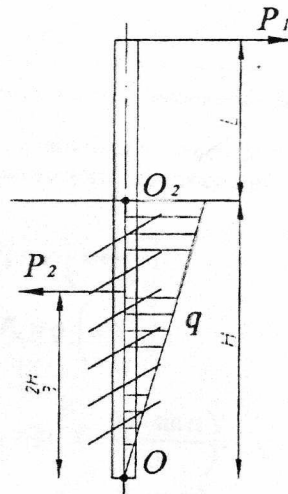


Рисунок 4 – Розрахункова схема гвинтової лебідки.

Спіраль шнека приварюють до циліндричної основи не по всій довжині лінії контакту, а лише в чотирьох - п'яти точках, але з обох боків спіралі шнека (рис.5). Таким чином, на один виток спіралі шнека гвинтової лебідки ми отримуємо вісім точкових стикових з'єднань. Позначимо загальну кількість з'єднань одного витка через n .

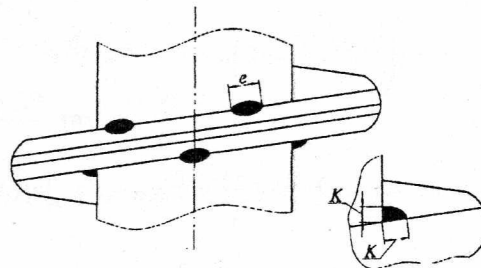


Рисунок 5 – Розрахункова схема зварного шва.

(13)

улою:

(14)

умови міцності
випустивши, що

(рис.4).

(15)

(16)

(17)

Допустиме зусилля при розриві шва визначають за формулою [3]:

$$P_{p.ш.} = 0,7[\tau]_{зр} K \cdot l_{ш.} \quad (18)$$

Оскільки $l = n \cdot e$, то:

$$P_{p.ш.} = 0,7[\tau]_{зр} K \cdot e \cdot n. \quad (19)$$

Зусилля, яке створює сила P_2 , передається на витки шнека дією на них з боку ґрунту.

Розглянемо дію ґрунту на один виток шнека (рис. 3)

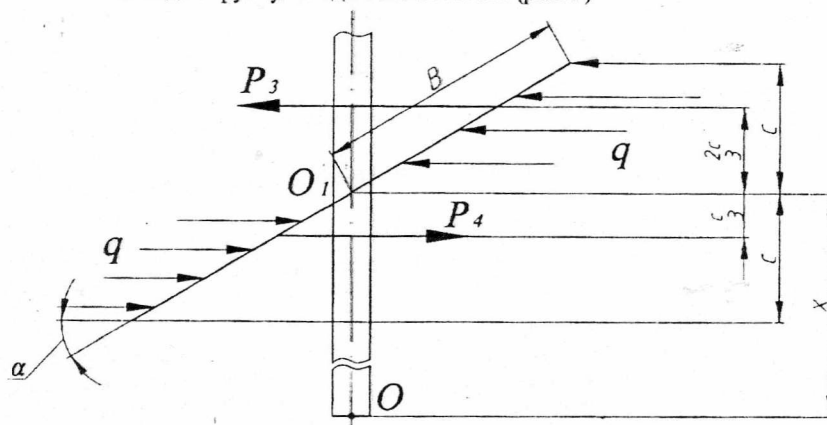


Рисунок 6 - Розрахункова схема навантаження витка шнека.

ґрунт діючи на витки шнека, намагається його прокрутити.

Сила P_3 є рівнодією розподіленого навантаження на виток шнека з боку ґрунту і вона рівна:

$$P_3 = q \cdot \left(x + \frac{2c}{3} \right); \quad (20)$$

$$P_4 = q \cdot \left(x - \frac{c}{3} \right); \quad (21)$$

Так як $c = B \cdot \sin \alpha$, то

$$P_3 = q \cdot \left(x + \frac{2B \cdot \sin \alpha}{3} \right); \quad (22)$$

$$P_4 = q \cdot \left(x - \frac{B \cdot \sin \alpha}{3} \right); \quad (23)$$

Оскільки сили діють в напрямках, які вигинають спіраль шнека в одному напрямку, то результуюче зусилля зрізу зварного шва буде рівне сумі P_3 і P_4 .

$$P_c = P_3 + P_4 = q \left(2x + \frac{B \cdot \sin \alpha}{3} \right). \quad (24)$$

Прирівняємо зусилля:

$$0,7[\tau]_{зр} K \cdot e \cdot n = q \left(2x + \frac{B \cdot \sin \alpha}{3} \right); \quad (25)$$

Оскільки $q = \frac{3P_1 \cdot (L + H)}{H^2}$, то:

$$0,7[\tau]_{зр} K \cdot e \cdot n = \frac{3P_1 \cdot (L + H)}{H^2} \cdot \left(2x + \frac{B \cdot \sin \alpha}{3} \right); \quad (26)$$

$$P_1 = \frac{0,7[\tau]_{\text{ш}} K \cdot e \cdot n \cdot H^2}{3 \cdot (L + H) \cdot \left(2x + \frac{B \cdot \sin \alpha}{3}\right)} \quad (27)$$

Зусилля зрізу зварного шва буде різним і воно залежить від глибини розміщення витка. Найбільше зусилля зрізу зварного шва виникатиме у тих витках, які найближче до поверхні ґрунту.

Висновки:

1. В статті приведені аналітичні залежності для визначення зусилля загвинчування гвинтової лебідки в ґрунт.
2. Визначено залежності для визначення максимально допустимого зусилля тяги лебідки.
3. Виведено аналітичні залежності для визначення максимально допустимого зусилля тяги лебідки виходячи з умови міцності зварного шва

Література

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. М. Высшая школа, 1985, 520 с.
2. Іванченко Ф.К. Піднімально-транспортні машини. К. Вища школа, 1993, 414 с.
3. Г.С. Писаренко, В.А. Агарев и др. Сопротивление материалов. К. Высшая школа, 1979, 694 с.
4. Я.А. Самохвалов, М.Я. Левицкий, В.Д. Григораш. Справ очник техника-конструктора. К. Техніка, 1975, 590 с.

Одержано 04.10.2006 р.